

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
29. September 2005 (29.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/090958 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: **G01N 27/407**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/050916

(22) Internationales Anmeldedatum:  
2. März 2005 (02.03.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102004013852.4 20. März 2004 (20.03.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von  
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **CRAMER, Berndt**  
[DE/DE]; Schellingstr. 20, 71229 Leonberg (DE).  
**SCHUMANN, Bernd** [DE/DE]; Hegelstrasse 34, 71277  
Rutesheim (DE). **SPEICHER, Rolf** [DE/DE]; Jurastr.  
31, 72072 Tuebingen (DE). **LIEDTKE, Ralf** [DE/DE];  
Schubartstr. 25, 70190 Stuttgart (DE).

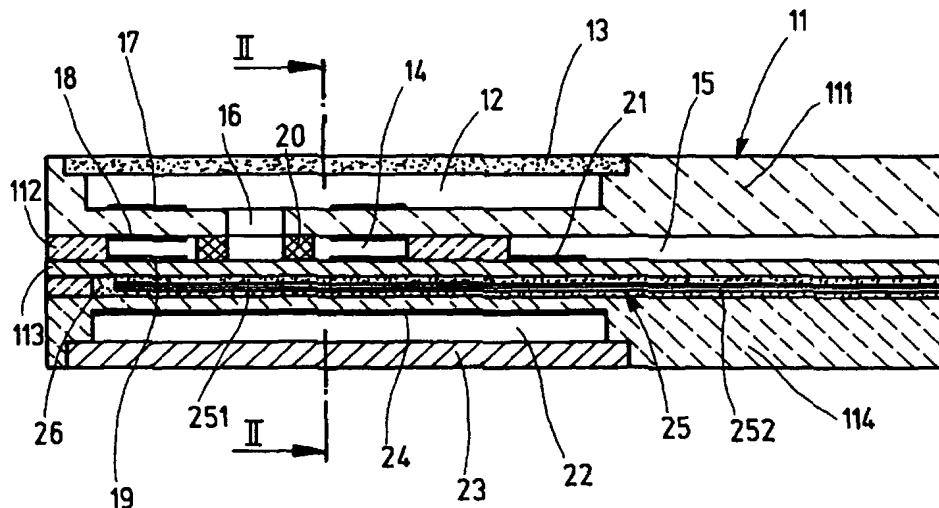
(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH**;  
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SENSOR ELEMENT FOR DETERMINING A PHYSICAL PROPERTY OF A TEST GAS

(54) Bezeichnung: SENSORELEMENT ZUR BESTIMMUNG DER PHYSIKALISCHEN EIGENSCHAFT EINES MESSGA-  
SES



(57) Abstract: The invention relates to a sensor element, for determining a physical property of a test gas, in particular, the concentration of a gas component in a gas mixture, in particular, the oxygen concentration in the exhaust gas from internal combustion engines, comprising a solid electrolyte body (11), an external electrode (17), exposed to the test gas arranged on the solid electrolyte body (11), an inner electrode (18) arranged in the solid electrolyte body (11) and an electrical resistance heater (25), embedded in insulation (26), arranged in the solid electrolyte body (11) with a heating surface (251), preferably with a meandering embodiment. According to the invention, heating losses from the sensor element, caused by convection and radiation to the cold test gas flow, are reduced by arranging the outer electrode (17) in a cavity (12), embodied in the solid electrolyte body (11).

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Sensorelement zur Bestimmung einer physikalischen Eigenschaft eines Messgases, insbesondere der Konzentration einer Gaskomponente in einem Gasgemisch, insbesondere der Sauerstoffkonzentration im Abgas von Brennkraftmaschinen angegeben, das einen Festelektrolytkörper (11), eine am Festelektrolytkörper (11)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/090958 A1



KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

**(84) Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

angeordnete, dem Messgas ausgesetzte äussere Elektrode (17), eine im Festelektrolytkörper (11) angeordnete innere Elektrode (18) und einen im Festelektrolytkörper (11) angeordneten, in einer Isolierung (26) eingebetteten elektrischen Widerstandsheizkörper (25) mit einer vorzugsweise in Mäander verlegten Heizfläche (251) aufweist. Zur Reduzierung der durch Konvektion und Strahlung zur kalten Messgasströmung bedingten Abwärmeverluste des Sensorelements ist die äussere Elektrode (17) in einem im Festelektrolytkörper (11) ausgebildeten Hohlraum (12) angeordnet (Fig. 1).

5

Sensorelement zur Bestimmung der physikalischen Eigenschaft eines Messgases

## 10 Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Sensorelement zur Bestimmung der physikalischen Eigenschaft eines Messgases, insbesondere der Konzentration einer Gaskomponente in einem Gasgemisch, insbesondere der Sauerstoffkonzentration im Abgas von

15 Brennkraftmaschinen, nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein bekanntes Sensorelement für eine sog. Breitband-Lambdasonde, mit dem die Sauerstoffkonzentration im Abgas von Brennkraftmaschinen oder Verbrennungsmotoren bestimmt wird, (DE 199 41 051 A1) weist eine Mehrzahl von

20 Schichten oder Folien aus einem sauerstoffionenleitenden Festelektrolytmaterial, z.B. aus mit Yttriumoxid voll- oder teilstabilisiertem oder teilstabilisiertem Zirkoniumoxid ( $ZrO_2$ ), auf, die zu einem planaren, keramischen Körper zusammenlaminiert und anschließend gesintert sind. In dem Schicht- oder Folienverbund ist ein Messgasraum und ein Referenzgaskanal ausgebildet sowie ein mit einer Isolierumhüllung versehener

25 elektrischer Widerstandsheizkörper eingebettet. Der Referenzgaskanal wird von einem Referenzgas, z.B. Luft, und der Messgasraum über eine Diffusionsbarriere vom Abgas beaufschlagt. Das Sensorelement besitzt eine Pumpzelle zum Sauerstoffpumpen in den Messgasraum hinein, bzw. aus dem Messgasraum heraus sowie eine Nernst- oder Konzentrationszelle zum Messen der Sauerstoffkonzentration. Die Pumpzelle besitzt

30 eine äußere und eine innere Pumpelektrode, die Nernst- oder Konzentrationszelle eine Nernst- oder Messelektrode und eine Referenzelektrode. Die Referenzelektrode ist im

Referenzgaskanal auf dem Festelektrolyten angeordnet. Die innere Pumpelektrode und die Nernst- oder Messelektrode sind im Messgasraum platziert und einander gegenüberliegend jeweils auf einer der Festelektrolytschichten angeordnet. Die äußere Pumpelektrode ist auf der von der inneren Pumpelektrode abgekehrten Außenseite der die innere Pumpelektrode tragenden Festelektrolytschicht angeordnet und vorzugsweise über eine poröse Schutzschicht dem Abgas ausgesetzt. Der elektrische Widerstandsheizter erwärmt den Sensor auf die erforderliche Betriebstemperatur von ca. 750° bis 800°C. Die hierzu an den elektrischen Widerstandsheizter anlegbare Spannung ist durch die Bordspannung des Fahrzeugs begrenzt.

Beim Kaltstart benötigt der Widerstandsheizter eine bestimmte Zeit, bis er den Sensor auf Betriebstemperatur aufgeheizt hat und der Sensor einen zuverlässigen Messwert der Sauerstoffkonzentration im Abgas zu liefern vermag. Während des Aufheizprozesses kann der Sensor dagegen nicht die Sauerstoffkonzentration messen, so dass das Brennstoffgemisch der Brennkraftmaschine nicht optimal eingestellt werden kann und hohe Abgasemissionen auftreten. Die Aufheizzeit des Sensors wird noch durch Wärmeverluste verlängert, die infolge der Kühlung des Sensors durch das kalte Abgas und durch Wärmeabstrahlung entstehen.

Bei einem bekannten Sensorelement für eine nach dem Grenzstromprinzip arbeitende Magersonde zur Bestimmung mindestens einer Gaskomponente eines Abgases eines Verbrennungsmotors, das mittels eines integrierten elektrischen Widerstandsheizters auf Betriebstemperatur aufheizbar ist (DE 101 14 186 C2), ist auf mindestens einer Außenfläche des Sensorelements eine wärmeleitende Schicht aus Platin aufgebracht, und zwar in solchen Bereichen der Außenfläche, die aufgrund der Beheizung durch den Widerstandsheizter und aufgrund der im Betrieb außerhalb des Sensorelements vorliegenden Temperaturverteilung einen hohen Temperaturgradienten aufweisen. Die wärmeleitende Schicht bewirkt einen Temperatúrausgleich zwischen Bereichen mit unterschiedlichen Temperaturen, wodurch der Temperaturgradient und damit die mechanischen Spannungen im Sensorelement, die zu Rissen führen können, vermindert werden. Die wärmeleitende Schicht enthält ein Metall, insbesondere Platin, und hat eine

Dicke von 5 bis 50µm. Zur Stabilisierung ist ein keramisches Material, z.B. Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) beigemischt.

## 5 Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Sensorelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 hat den Vorteil, dass durch das "Vergraben" der äußeren Elektrode am Grunde des Hohlraums die Wärmeverluste des Sensorelements deutlich verringert werden. Der Hohlraum leitet  
10 die thermische Energie nur gering, so dass eine vorteilhafte thermische Isolierung erreicht wird. Außerdem bildet die vorzugsweise aus Platin bestehende äußere Elektrode jetzt eine innere Grenzfläche und bewirkt aufgrund ihrer geringen Emissivität gegenüber dem Zirkoniumoxid des Festelektrolyten, dass deutlich weniger Energie durch Strahlung abgegeben wird. Insgesamt wird somit sowohl die Aufheizzeit des  
15 Sensorelements bis zum Erreichen seiner Betriebstemperatur verkürzt als auch im Betrieb des Sensorelements der konvektive Wärmeverlust bei starker, kalter Messgasströmung verringert und somit der Heizleistungsbedarf reduziert.

Durch die in den weiteren Ansprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte  
20 Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 angegebenen Sensorelements möglich.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung weist der Festelektrolytkörper einen zweiten Hohlraum auf, der in den Festelektrolytkörper nahe  
25 der von dem ersten Hohlraum abgekehrten Außenseite des Festelektrolytkörpers angeordnet ist und sich über den Bereich der Heizfläche des Widerstandsheizers erstreckt. Vorzugsweise ist der zweite Hohlraum von der Außenseite her eingebracht, nach außen offen und von einer zweiten Abdeckung verschlossen. Auch hier schützt der Hohlraum als schlechter Wärmeleiter den Innenbereich des Sensorelements vor  
30 Energieverlust.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der der Abdeckung gegenüberliegende Grund des zweiten Hohlraums mit einem eine geringe Emissivität besitzenden Belag versehen, der z.B. aus Platin oder Rutheniumoxid oder anderen Edelmetallen und ihren Oxiden besteht. Auch dieser Belag führt zu einer Grenzfläche mit niedrigem Emissionskoeffizienten und damit zu niedrigen Strahlungsverlusten und wirkt als Reflektor, der die Wärmestrahlung zu den innenliegenden Sensorbereichen zurückreflektiert.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung sind die beiden Hohlräume mit einem porösen Material gefüllt, z.B. einer stark porösen Keramik, die sehr ähnliche wärmeisolierende Eigenschaften wie der Hohlraum besitzt, aber eine höhere mechanische Stabilität aufweist.

Will man eine höhere Stabilität ohne Hohlraumfüllung erreichen, so sind gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung in den Hohlräumen Stützen integriert, die die Abdeckungen gegenüber dem Grund der Hohlräume abstützen.

Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung werden die Abdeckungen aus einem Material hergestellt, das einen größeren mechanischen Ausdehnungskoeffizienten als der Festelektrolyt aufweist. Dadurch werden mechanische Spannungen minimiert, die aufgrund der unterschiedlichen Temperaturen an Abdeckungen und Festelektrolyt sich ausbilden, insbesondere dann, wenn beide einen gleichen Ausdehnungskoeffizienten aufweisen.

## Zeichnung

Die Erfindung ist anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1            einen Längsschnitt eines Sensorelements für eine Breitband-Lambdasonde,

Fig. 2            einen Schnitt längs der Linie II – II in Fig. 1,

Fig. 3            jeweils eine gleiche Darstellung wie in Fig. 1  
und 4            einer modifizierten Breitband-Lambdasonde  
gemäß zweier weiterer Ausführungsbeispiel,

Fig. 5            eine gleiche Darstellung wie in Fig. 2 einer modifizierten  
Breitband-Lambdasonde gemäß einem weiteren  
Ausführungsbeispiel.

#### Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Das in Fig. 1 und 2 in verschiedenen Schnittansichten dargestellte Sensorelement ist für eine Breitband-Lambdasonde konzipiert und dient zur Bestimmung der Konzentration des Sauerstoffs im Abgas einer Brennkraftmaschine oder eines Verbrennungsmotors.

Das Sensorelement weist einen Festelektrolytkörper 11 auf, der aus sauerstoffionenleitenden Festelektrolytschichten 111 - 114, die als keramische Folien ausgeführt sind, zusammengesetzt ist. Als Festelektrolytmaterial wird beispielsweise mit Yttrium voll- oder -teilstabilisiertes Zirkoniumoxid ( $\text{ZrO}_2$ ) verwendet. Die integrierte Form des planaren keramischen Festelektrolytkörpers 11 wird durch Zusammenlaminiere der mit Funktionsschichten bedruckten keramischen Folien und anschließendem Sintern der laminierten Struktur hergestellt.

In die oberste Festelektrolytschicht 111 ist ein nach außen offener erster Hohlraum 12 eingebracht, der von einer ersten Abdeckung 13 nach außen abgeschlossen ist. Im Ausführungsbeispiel der Fig. 1 und 2 ist die erste Abdeckung 13 porös ausgebildet, so dass das Sensorelement umströmende Abgas in den Hohlraum 12 eindringen kann.

In der darunterliegenden zweiten Festelektrolytschicht 112 ist ein Messgasraum 14 und ein Referenzgaskanal 15 ausgebildet. Messgasraum 14 und Referenzgaskanal 15 werden von der ersten Festelektrolytschicht 111 und einer dritten Festelektrolytschicht 113 abgedeckt, wobei der Messgasraum 14 über eine in die erste Festelektrolytschicht 111 eingebrachte Gasöffnung 16 mit dem ersten Hohlraum 12 in Verbindung steht.

Am Grunde des ersten Hohlraums 12 ist auf der ersten Festelektrolytschicht 111 eine äußere Elektrode 17 angeordnet. Im Messgasraum 14 ist auf der ersten Festelektrolytschicht 111 eine innere Elektrode 18 angeordnet. Die beiden Elektroden 17, 18 sind in gleicher Größe kreisringsförmig ausgebildet und umschließen konzentrisch die Gasöffnung 16. Die beiden vorzugsweise auf die Festelektrolytschicht 11 aufgedruckten Elektroden 17, 18 bilden zusammen eine Pumpzelle, mittels der die Sauerstoffkonzentration im Messgasraum 14 durch Hineinpumpen bzw. Herauspumpen von Sauerstoffionen konstant gehalten wird.

Im Messgasraum 14 ist der inneren Elektrode 18 gegenüberliegend auf der dritten Festelektrolytschicht 113 eine Mess- oder Nernstelektrode 19 angeordnet. Die Nernstelektrode 19 weist ebenfalls Kreisringform auf und ist auf die dritte Festelektrolytschicht 113 vorzugsweise aufgedruckt. Innerhalb des Messgasraums 14 ist in Diffusionsrichtung des Gases der inneren Elektrode 18 und der Nernstelektrode 19 eine poröse Diffusionsbarriere 20 vorgelagert. Die poröse Diffusionsbarriere 20 bildet einen Diffusionswiderstand bezüglich des zu den Elektroden 18, 19 diffundierenden Gases. Im Referenzgaskanal 15, der von einem Referenzgas, z.B. Luft, beaufschlagt ist, ist eine Referenzelektrode 21 angeordnet, wobei die Referenzelektrode 21 unterhalb des Erstreckungsbereichs des ersten Hohlraums 12 liegt. Der Referenzgaskanal 15 ist durch einen verbleibenden Steg in der zweiten Festelektrolytschicht 112 von dem Messgasraum 14 getrennt. Die Referenzelektrode 21 bildet zusammen mit der Mess- oder Nernstelektrode 19 eine Nernst- oder Konzentrationszelle, mit welcher die Sauerstoffkonzentration gemessen wird.



- 7 -

In der vierten Festelektrolytschicht 114 ist in gleicher Weise wie in der ersten Festelektrolytschicht 111 ein zweiter Hohlraum 22 vorgesehen, der nach außen offen ist und hier von einer zweiten Abdeckung 23 verschlossen wird. Der Grund des zweiten Hohlraums 22 ist mit einem Belag 24 mit geringer Emissivität beschichtet. Als

5 Belagmaterial wird vorzugsweise Platin verwendet, es können jedoch auch andere hochschmelzende Edelmetalle oder deren Oxide mit niedrigem Emissionskoeffizienten eingesetzt werden, so z.B. Rutheniumoxid.

Zwischen der dritten Festelektrolytschicht 113 und der vierten Festelektrolytschicht 114

10 ist ein elektrischer Widerstandsheizer 25 angeordnet, der eine im Bereich der Elektroden 18, 19, 21 sich erstreckende Heizfläche 251 und zwei Zuleitungen 252 zu der Heizfläche 251 aufweist. Heizfläche 251 und Zuleitungen 252 sind in einer Isolierung 26, z.B. aus Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), eingebettet. Der elektrische Widerstandsheizer 25 ist an einer Gleichspannung angeschlossen, die üblicherweise die Bordspannung eines

15 Fahrzeugs ist, und dient dazu, das Sensorelement auf Betriebstemperatur von ca. 750°C bis 800°C aufzuheizen und auf Betriebstemperatur zu halten. Nur bei dieser Betriebstemperatur arbeitet das Sensorelement optimal und gibt zuverlässige Messwerte für die Konzentration der Gaskomponente, hier Sauerstoff, aus.

20 Die beiden Hohlräumen 12, 22 reduzieren aufgrund ihrer schlechten Wärmeleitfähigkeit den Wärmetransport aus dem inneren Bereich zur Oberfläche des Sensorelements, so dass weniger Heizenergie benötigt wird, um das Sensorelement auf Betriebstemperatur zu halten. Die aus Platin gefertigte äußere Elektrode 17 im ersten Hohlraum 12 und der Platin-Belag 24 im zweiten Hohlraum 22 führen zu einer Grenzfläche mit niedrigem

25 Emissionskoeffizienten und damit zu niedrigeren Strahlungsverlusten. Zusätzlich könnte ein der äußeren Elektrode 17 und dem Platin-Belag 24 jeweils gegenüberliegender Platinbelag einen Reflektor bilden, der die Wärmestrahlung zu dem innenliegenden Bereich des Sensorelements reflektiert. Insgesamt führt dies dazu, dass die Wärmeverluste des Sensorelements deutlich reduziert sind, so dass zum einen das

30 kalte Sensorelement schneller auf seine Betriebstemperatur aufgeheizt wird und zum

anderen das Sensorelement weniger stark von dem umströmten Mess- oder Abgas abgekühlt wird.

Aus Gründen einer größeren Stabilität des Sensorelements können die beiden

- 5 Hohlräume 12, 22 mit einem porösen Material, z.B. einer stark porösen Keramik, die sehr ähnliche wärmeisolierende Eigenschaften besitzt, gefüllt sein. Eine Erhöhung der mechanischen Stabilität des Sensorelements lässt sich auch durch Stützen in den Hohlräumen 12 und 22 erreichen, welche die erste bzw. zweite Abdeckung 13, 23 gegen den Grund des ersten bzw. zweiten Hohlraums 12, 22 abstützen.

10

In den Fig. 3 – 5 dargestellten modifizierten Ausführungsbeispielen des Sensorelements ist mindestens ein in dem ersten Hohlraum 12 mündendes Gaszutrittsloch 27 vorgesehen, über das Abgas in den Hohlraum 12 gelangen kann. Die Abdeckung 13 braucht dann nicht mehr gasdurchlässig ausgebildet zu sein. In Fig. 3 ist das

15 Gasdurchtrittsloch 27 als eine die Abdeckung 13 durchdringende Bohrung 28 ausgeführt. In Fig. 4 und 5 ist das im ersten Hohlraum 12 mündende Gasdurchtrittsloch 27 in den Festelektrolytkörper 11 eingebracht und zwar in die Stirnseite des Festelektrolytkörpers 11 (Fig. 4) oder in je eine der Längsseiten des Festelektrolytkörpers 11 (Fig. 5). Im übrigen stimmen die in Fig. 3 – 5 dargestellten

20 Sensorelemente mit dem beschriebenen Sensorelement gemäß Fig. 1 und 2 überein. Für die Zuordnung gleicher Bauteile sind aus Gründen der Übersichtlichkeit jedoch nicht alle Bezugszeichen eingetragen.

Die Erfindung ist nicht auf das beschriebene Beispiel des Sensorelements für eine

- 25 Breitband-Lambdasonde zur Bestimmung der Sauerstoffkonzentration im Abgas einer Brennkraftmaschine beschränkt. Das Sensorelement kann auch für eine  $\lambda=1$ -Sonde oder Sprungsonde sowie für eine Magersonde nach dem Grenzstromprinzip ausgeführt werden. Ein Beispiel für letzteres findet sich in der DE 100 54 828 A1 oder in der DE 101 14 186 C2. Auch können mit dem erfindungsgemäßen Sensorelement andere
- 30 Gaskomponenten in einem Gasgemisch, z.B. Stickoxide im Abgas einer Brennkraftmaschine, bestimmt werden. Bei entsprechender Anpassung des

Sensorelements kann auch eine andere physikalische Eigenschaft eines Messgases bestimmt werden, z.B. der Druck im Messgas oder im Abgas einer Brennkraftmaschine. Die Elektroden 17, 18 und 19 können auch rechteckig ausgeführt werden.

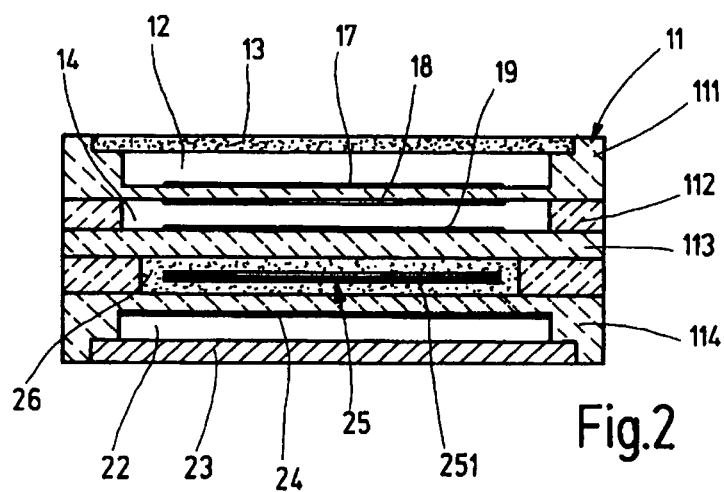
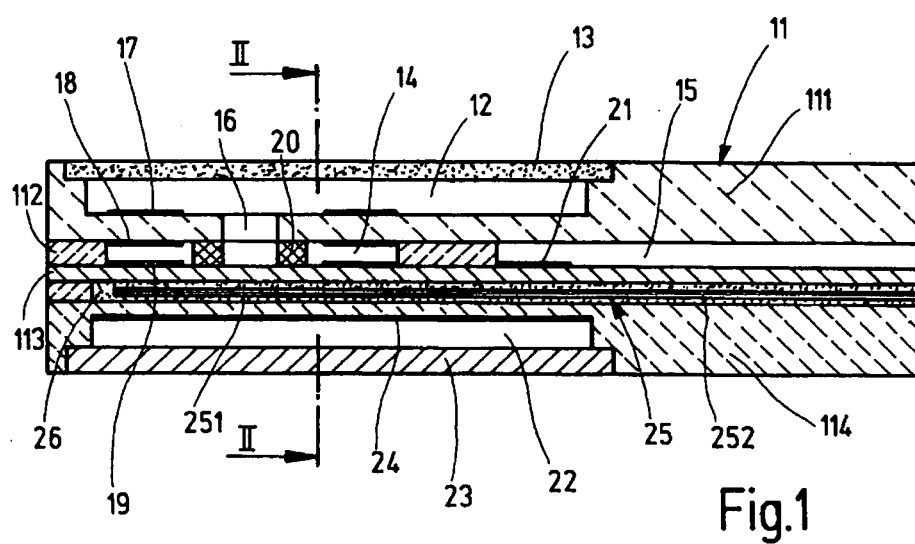
5

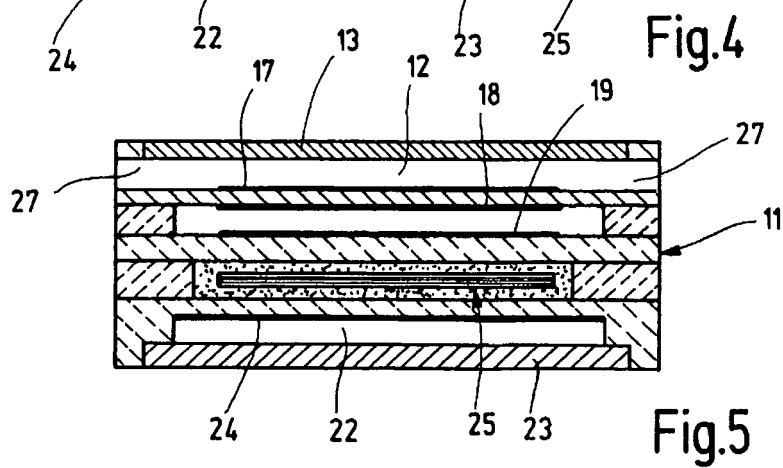
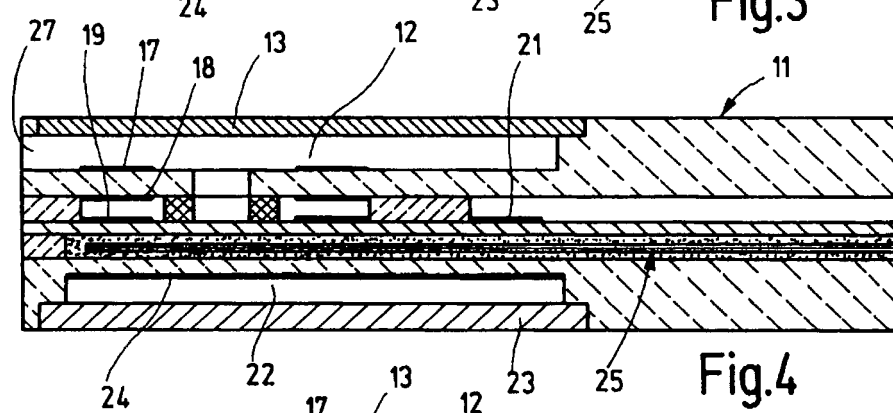
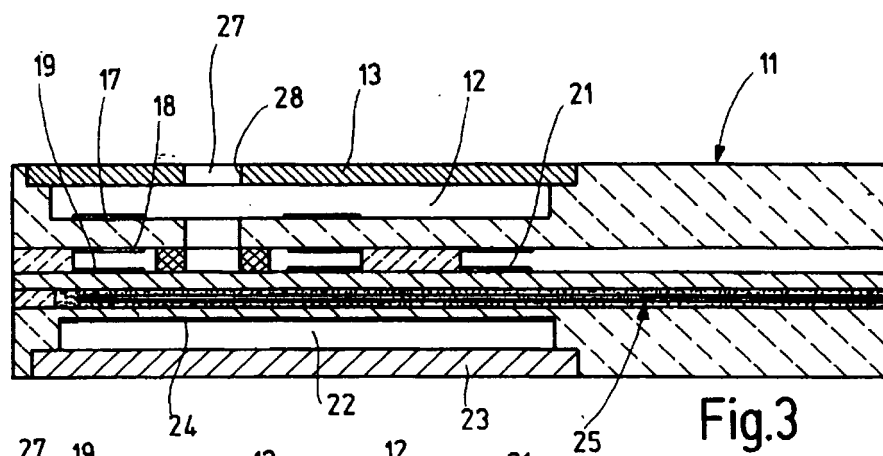
## Ansprüche

1. Sensorelement zur Bestimmung einer physikalischen Eigenschaft eines Messgases, insbesondere der Konzentration einer Gaskomponente in einem Gasgemisch, insbesondere der Sauerstoffkonzentration im Abgas von Brennkraftmaschine, mit einem Festelektrolytkörper (11), einer am Festelektrolytkörper (11) angeordneten, dem Messgas ausgesetzten äußeren Elektrode (17), einer im Festelektrolytkörper (11) angeordneten inneren Elektrode (18) und einem im Festelektrolytkörper (11) angeordneten, in einer elektrischen Isolierung (26) eingebetteten elektrischen Widerstandsheizer (25), der eine insbesondere in Mäander verlegte Heizfläche aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Elektrode (17) in einem im Festelektrolytkörper (11) ausgebildeten Hohlraum (12) angeordnet ist.
2. Sensorelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die äußere Elektrode (17) an dem von der Außenseite des Festelektrolytkörpers (11) abgekehrten Grund des Hohlraums (12) angeordnet ist.
3. Sensorelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (12) nach außen offen ausgebildet und durch eine Abdeckung (13) geschützt ist.
4. Sensorelement nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdeckung (13) aus gasdurchlässigem, porösem Material besteht und den Hohlraum (12) verschließt.

5. Sensorelement nach einem der Ansprüche 1 – 3, dadurch gekennzeichnet, dass zu dem Hohlraum (12) mindestens ein Gasdurchtrittsloch (27) führt.
6. Sensorelement nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine Gasdurchtrittsloch (27) in den Festelektrolytkörper (11) oder in die den Hohlraum (12) verschließende Abdeckung (13) eingebracht ist.
7. Sensorelement nach einem der Ansprüche 1 - 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Festelektrolytkörper (11) einen zweiten Hohlraum (22) aufweist, der nahe der von dem ersten Hohlraum (21) abgekehrten Außenseite des Festelektrolytkörper (11) ausgebildet ist und sich über den Bereich der Heizfläche (251) ausdehnt.
8. Sensorelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (22) von der von der äußeren Elektrode (17) abgekehrten Außenseite des Festelektrolytkörpers (11) aus eingebracht und durch eine zweite Abdeckung (23) verschlossen ist.
9. Sensorelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der der zweiten Abdeckung (23) gegenüberliegende Grund des zweiten Hohlraums (22) mit einem eine geringe Emissivität aufweisenden Belag (24) versehen ist.
10. Sensorelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Belag (24) aus hochschmelzenden Edelmetallen oder ihren Oxiden, vorzugsweise aus Platin oder Rutheniumoxid, besteht.
11. Sensorelement nach einem der Ansprüche 1 – 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Hohlraum (12, 22) mit einem porösen Material, vorzugsweise mit einer stark porösen Keramik, gefüllt ist.

12. Sensorelement nach einem der Ansprüche 2 – 11, dadurch gekennzeichnet, dass im Hohlraum (12, 22) Stützen angeordnet sind, die die Abdeckung (13, 23) gegen den Grund des Hohlraums (12, 22) abstützen.
- 5 13. Sensorelement nach einem der Ansprüche 3 – 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Abdeckung (13, 23) aus einem Material besteht, das einen größeren Wärmeausdehnungskoeffizienten aufweist als das Material des Festelektrolytkörpers (11).
- 10 14. Sensorelement für eine Breitband-Lambdasonde nach einem der Ansprüche 1 – 13, dadurch gekennzeichnet, dass die innere und äußere Elektrode (17, 18) eine Pumpzelle bilden, dass im Festelektrolytkörper (11) ein Referenzgaskanal (15) und ein über eine Diffusionsbarriere (20) mit dem ersten Hohlraum (12) in Verbindung stehender Messgasraum (14) ausgebildet sind und dass innerhalb  
15 des Messgasraums (14) die inneren Elektrode (18) und dieser gegenüberliegend eine Mess- oder Nernstelektrode (19) und innerhalb des Referenzgaskanals (15) eine Referenzelektrode (21) angeordnet sind.
- 20 15. Sensorelement nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Hohlräume (12, 22) sich über Bereiche erstrecken, die die räumliche Anordnung der Elektroden (17, 18, 19, 21) überdecken.







# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/050916

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01N27/407

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2003/205078 A1 (HASEI MASAHARU ET AL) 6 November 2003 (2003-11-06) paragraphs '0112!, '0113!; figure 2	1-6, 11 7-10, 14, 15
X A	EP 0 862 056 A (KABUSHIKI KAISHA RIKEN) 2 September 1998 (1998-09-02) page 4, line 19 - line 36; figure 1	1, 2, 5, 6, 12 3, 4, 7-11, 13-15
X Y	US 6 340 419 B1 (NAKAE MAKOTO ET AL) 22 January 2002 (2002-01-22) column 4, line 58 - column 5, line 7; figure 1	1-6, 11-13 7-10, 14, 15



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

\* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 April 2005

Date of mailing of the international search report

29/04/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Stussi, E

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP2005/050916

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 44 24 539 A1 (UNISIA JECS CORP., ATSUGI, KANAGAWA, JP) 19 January 1995 (1995-01-19)	1-6, 11-13
Y	column 9, line 47 - column 10, line 21; figure 3 -----	7-10,14, 15
Y	US 4 282 080 A (MUELLER ET AL) 4 August 1981 (1981-08-04) column 5, line 65 - column 6, line 38; figures 4,5 -----	7-10
P,Y	DE 103 05 533 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 2 September 2004 (2004-09-02) page 3; figures 1,2 -----	7-10
Y	DE 101 56 248 C1 (ROBERT BOSCH GMBH) 18 June 2003 (2003-06-18) the whole document -----	14,15

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2005/050916

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2003205078 A1	06-11-2003	DE 10247144 A1 JP 2003185625 A	22-05-2003 03-07-2003
EP 0862056 A	02-09-1998	EP 0862056 A1 JP 3090479 B2 WO 9812550 A1 JP 2000321238 A US 6551497 B1	02-09-1998 18-09-2000 26-03-1998 24-11-2000 22-04-2003
US 6340419 B1	22-01-2002	JP 2000065782 A DE 19938416 A1	03-03-2000 16-03-2000
DE 4424539 A1	19-01-1995	JP 3366386 B2 JP 7027739 A JP 7027737 A	14-01-2003 31-01-1995 31-01-1995
US 4282080 A	04-08-1981	DE 2909452 A1 FR 2451580 A1 IT 1130941 B JP 1488721 C JP 55125448 A JP 63039852 B	18-09-1980 10-10-1980 18-06-1986 23-03-1989 27-09-1980 08-08-1988
DE 10305533 A1	02-09-2004	WO 2004072633 A1	26-08-2004
DE 10156248 C1	18-06-2003	JP 2003166968 A US 2003116433 A1	13-06-2003 26-06-2003

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050916

**A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES**  
IPK 7 G01N27/407

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01N

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2003/205078 A1 (HASEI MASA HARU ET AL) 6. November 2003 (2003-11-06)	1-6, 11
A	Absätze '0112!, '0113!; Abbildung 2	7-10, 14, 15
X	EP 0 862 056 A (KABUSHIKI KAISHA RIKEN) 2. September 1998 (1998-09-02)	1, 2, 5, 6, 12
A	Seite 4, Zeile 19 - Zeile 36; Abbildung 1	3, 4, 7-11, 13-15
X	US 6 340 419 B1 (NAKAE MAKOTO ET AL) 22. Januar 2002 (2002-01-22)	1-6, 11-13
Y	Spalte 4, Zeile 58 - Spalte 5, Zeile 7; Abbildung 1	7-10, 14, 15
	----- -/-	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*G\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

15. April 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

29/04/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Stussi, E

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050916

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie <sup>o</sup>	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 44 24 539 A1 (UNISIA JECS CORP., ATSUGI, KANAGAWA, JP) 19. Januar 1995 (1995-01-19)	1-6, 11-13
Y	Spalte 9, Zeile 47 - Spalte 10, Zeile 21; Abbildung 3	7-10,14, 15
Y	US 4 282 080 A (MUELLER ET AL) 4. August 1981 (1981-08-04) Spalte 5, Zeile 65 - Spalte 6, Zeile 38; Abbildungen 4,5	7-10
P,Y	DE 103 05 533 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 2. September 2004 (2004-09-02) Seite 3; Abbildungen 1,2	7-10
Y	DE 101 56 248 C1 (ROBERT BOSCH GMBH) 18. Juni 2003 (2003-06-18) das ganze Dokument	14,15

## INTERNATIONALES RESEARCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/050916

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2003205078 A1	06-11-2003	DE 10247144 A1 JP 2003185625 A	22-05-2003 03-07-2003
EP 0862056 A	02-09-1998	EP 0862056 A1 JP 3090479 B2 WO 9812550 A1 JP 2000321238 A US 6551497 B1	02-09-1998 18-09-2000 26-03-1998 24-11-2000 22-04-2003
US 6340419 B1	22-01-2002	JP 2000065782 A DE 19938416 A1	03-03-2000 16-03-2000
DE 4424539 A1	19-01-1995	JP 3366386 B2 JP 7027739 A JP 7027737 A	14-01-2003 31-01-1995 31-01-1995
US 4282080 A	04-08-1981	DE 2909452 A1 FR 2451580 A1 IT 1130941 B JP 1488721 C JP 55125448 A JP 63039852 B	18-09-1980 10-10-1980 18-06-1986 23-03-1989 27-09-1980 08-08-1988
DE 10305533 A1	02-09-2004	WO 2004072633 A1	26-08-2004
DE 10156248 C1	18-06-2003	JP 2003166968 A US 2003116433 A1	13-06-2003 26-06-2003